

3^η Εργασία

Ψηφιακή Επεξεργασία Εικόνας

High Dynamic Range Imaging



Ασημακίδης Σταμάτιος 9711

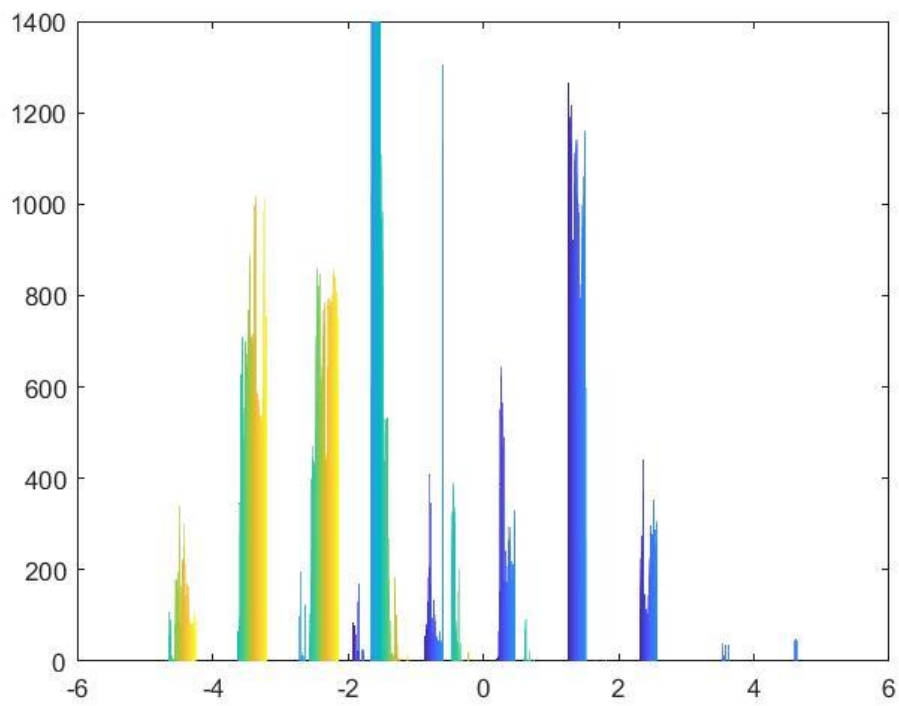
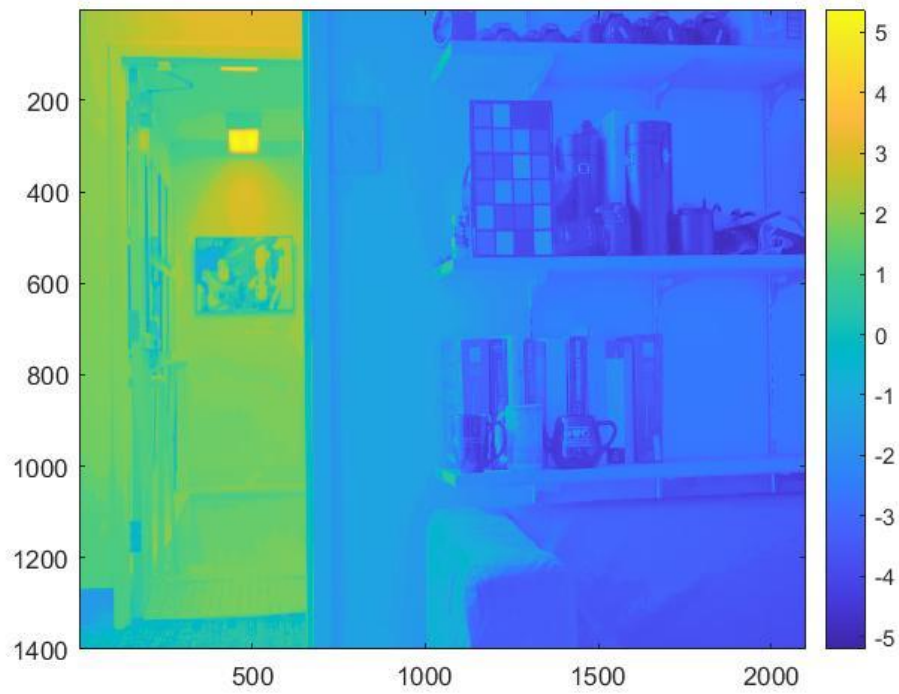
Email: asimakid@ece.auth.gr

1ο ζητούμενο εργασίας

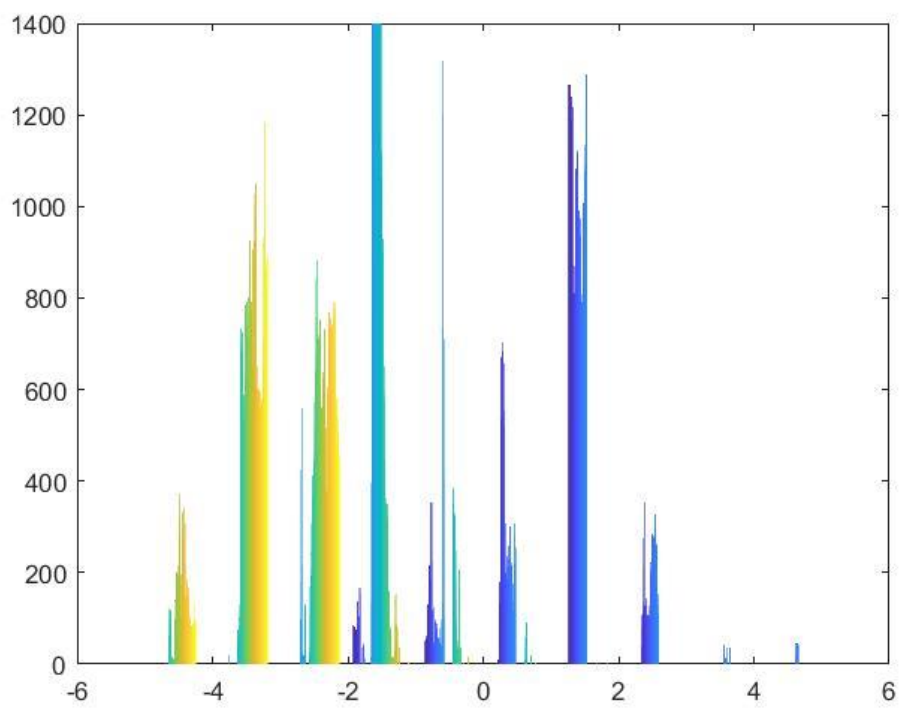
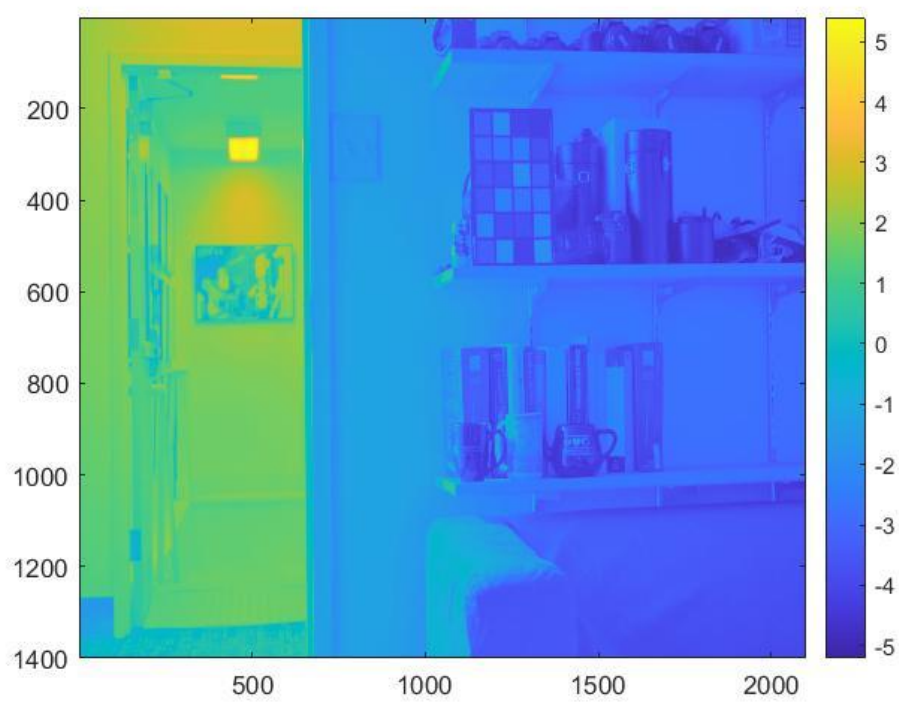
Στο συγκεκριμένο ζητούμενο της εργασίας ζητείται η δημιουργία συνάρτησης η οποία δέχεται σαν είσοδο μια στοίβα εικόνων με διαφορετικούς χρόνους έκθεση και επιστρέφει τον πίνακα ακτινοβολίας για να προκύψουν οι εν λόγω εικόνες, θεωρώντας γραμμική καμπύλη απόκριση της κάμερας. Ο υπολογισμός διεξάγεται για διαφορετικές συναρτήσεις στάθμισης, έτσι για το συγκεκριμένο ερώτημα έχουν δημιουργηθεί συναρτήσεις στο matlab, που υλοποιούν την λειτουργία αυτών και δίνονται σαν όρισμα κατά την κλήση της `mergeLDRstack`, στα ορίσματα της οποίας προστέθηκε πέρα από τον ορισμό της εκφώνησης, που υποδηλώνει το αν θα χρησιμοποιηθεί η συνάρτηση στάθμισης `rhoTon`. (το συγκεκριμένο επιπλέον όρισμα προστέθηκε για λόγους απλότητας της υλοποίησης, καθώς για την `rhoTon` χρειάζεται να δοθούν και οι χρόνοι έκθεσης σαν ορίσματα). Στην συνάρτηση υπολογίζεται η εξίσωση 3 της εκφώνησης με κατάλληλες πράξεις στους πίνακες που αντιστοιχούν στις τιμές των εικόνων και με κατάλληλους ελέγχους για να αποφευχθεί μια αδύνατη πράξη (που στην συγκεκριμένη περίπτωση μπορεί να προκύψει από δύο παράγοντες: λογάριθμο 0 ή διαίρεση με το 0, αν όλα βάρη για συγκεκριμένο πίξελ της εικόνας προκύψουν μηδενικά, δηλαδή αν σε όλες τις διαφορετικές εκδοχές της εικόνας να ξεπρνάνε τα αντίστοιχα κατώγλια που έχουν οριστεί στις συναρτήσεις στάθμισης).

Παρακάτω παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της παραπάνω συνάρτησης για χρήση διαφορετικών συναρτήσεων στάθμισης με χρήση κατωφλίων 0.05 και 0.95 για τις συναρτήσεις στάθμισης. (η επιλογή των συγκεκριμένων κατωφλίων διαφοροποιήθηκε σε σχέση με τα προτεινόμενα της εκφώνησης, καθώς σε επόμενο ερώτημα της εργασίας (tone mapping) προέκυψε ότι η συγκεκριμένη επιλογή αναιρεί τον «θόρυβο» για τα υποφωτισμένα πίξελ της εικόνας δίνοντας έτσι πολύ πιο ποιοτικά αποτελέσματα για την HDR απεικόνιση.

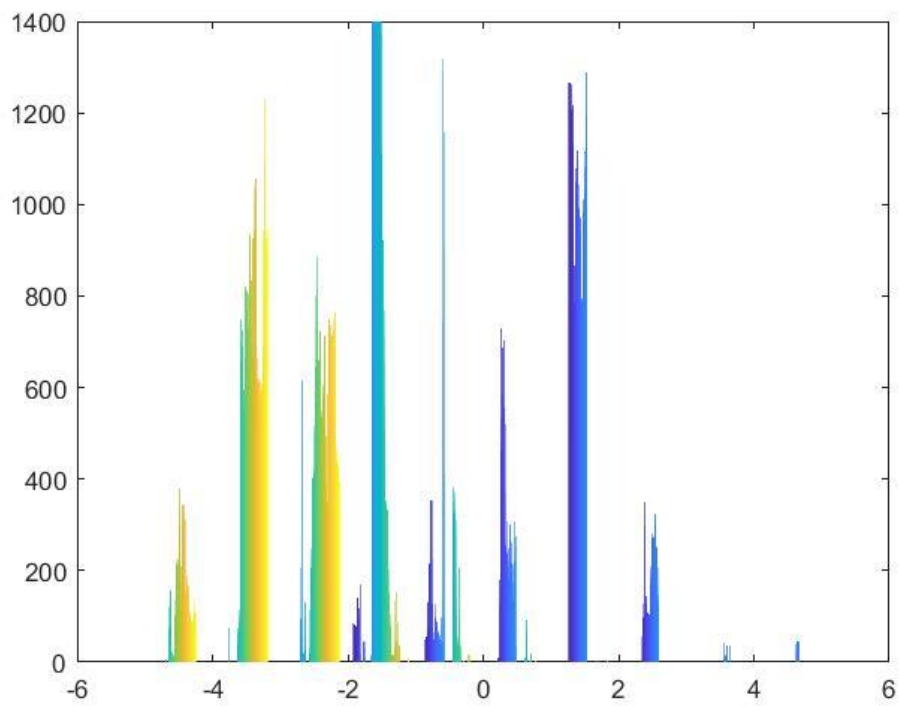
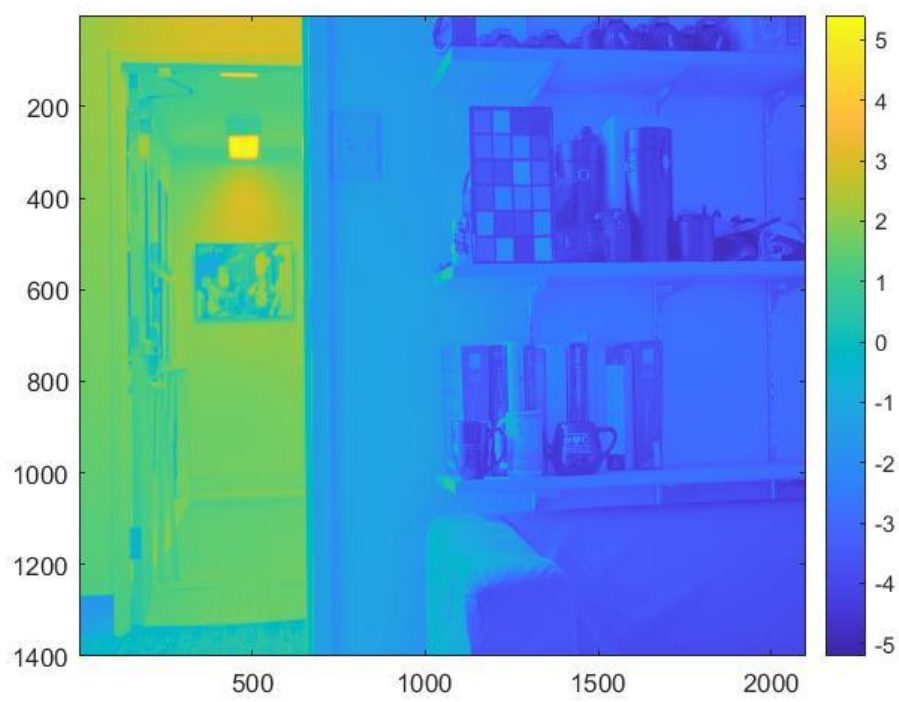
Kokkilo uniform



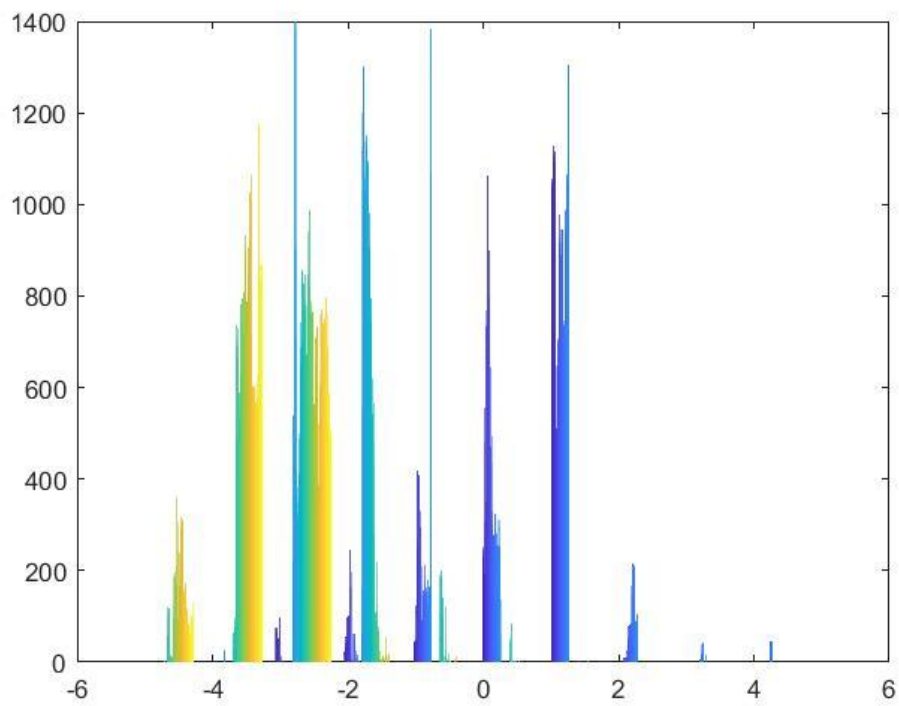
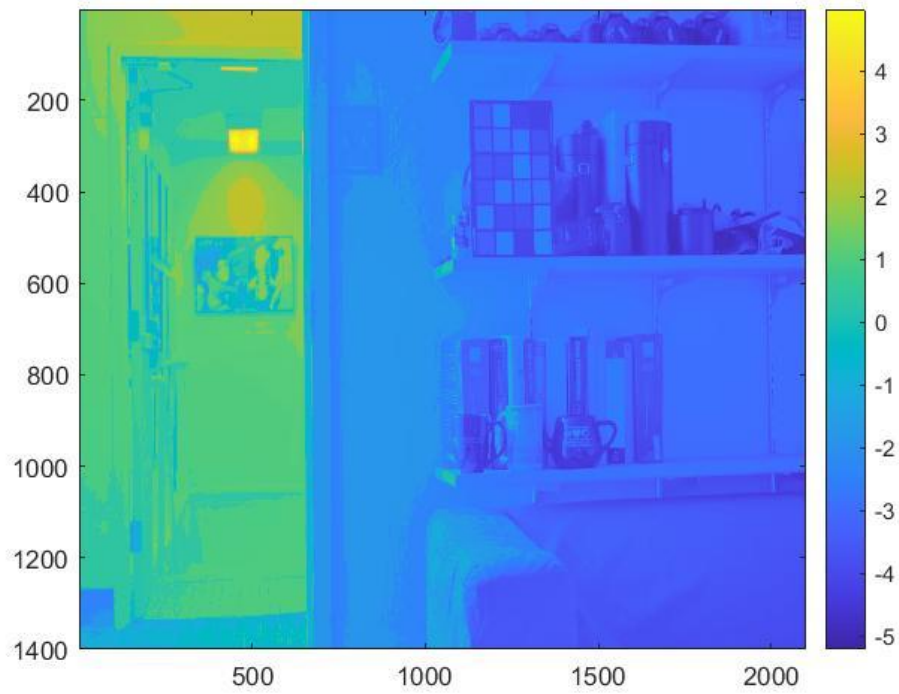
Kokkivo tent



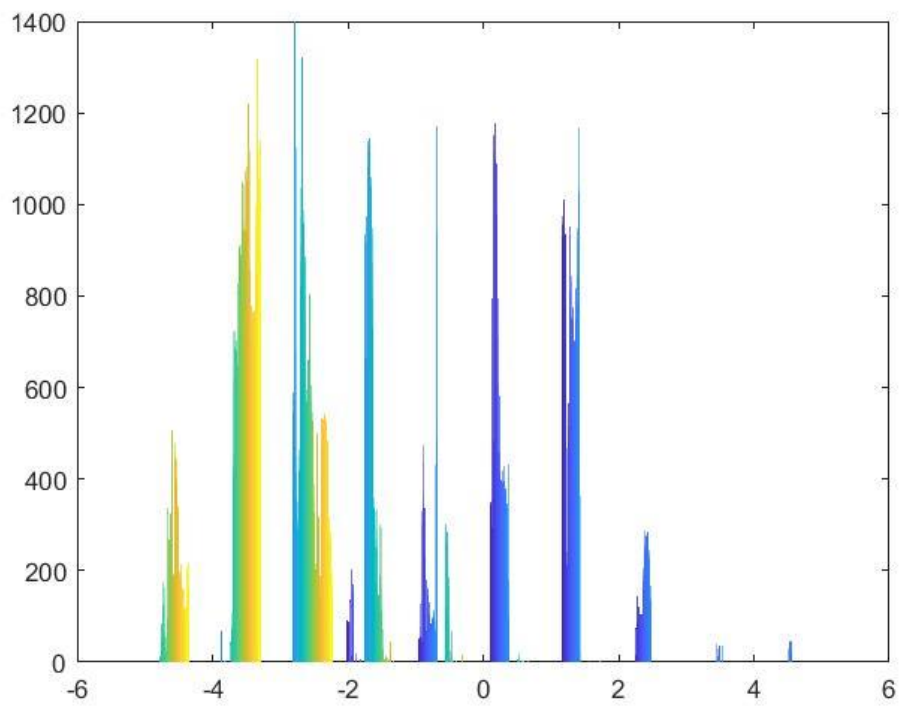
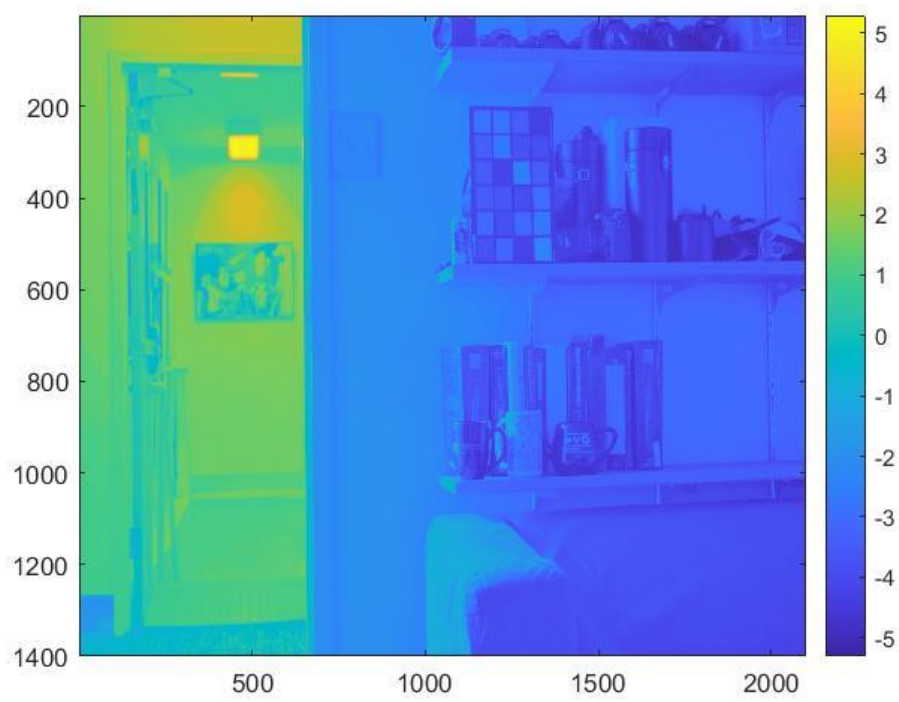
Kokkivo gauss



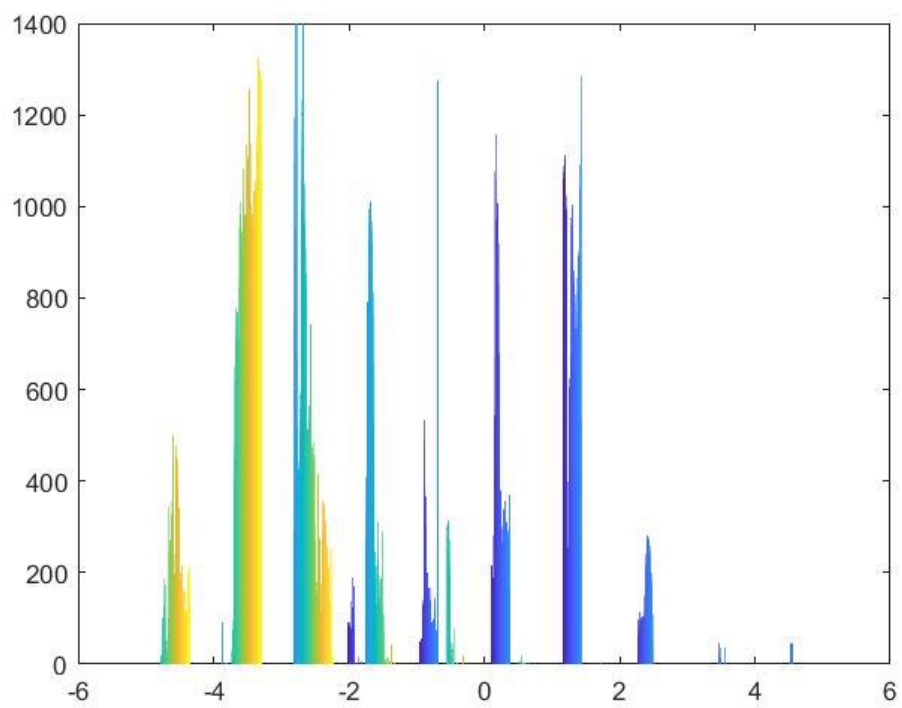
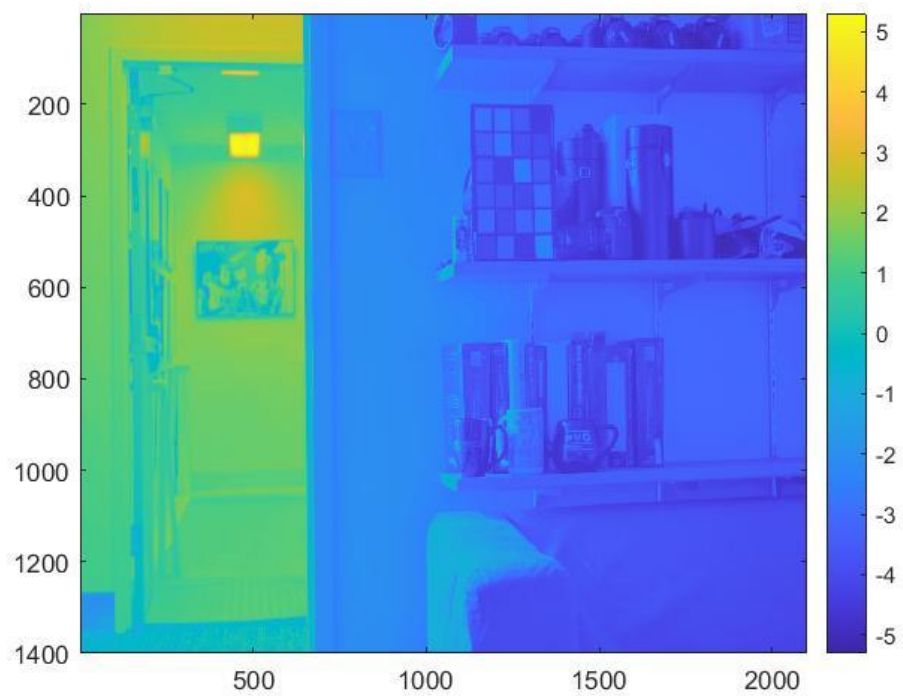
Kokkivo photon



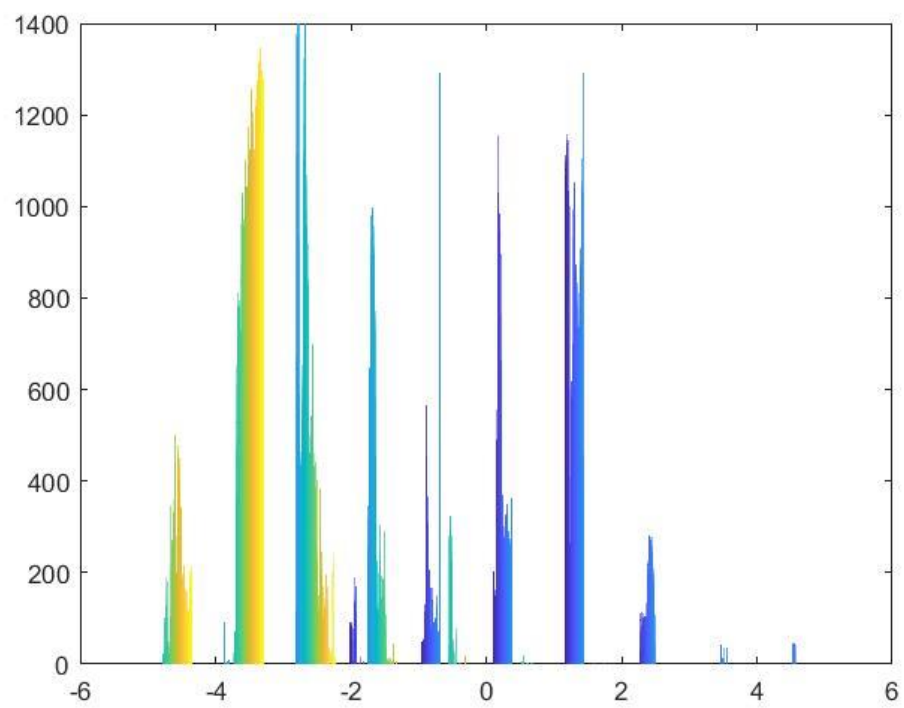
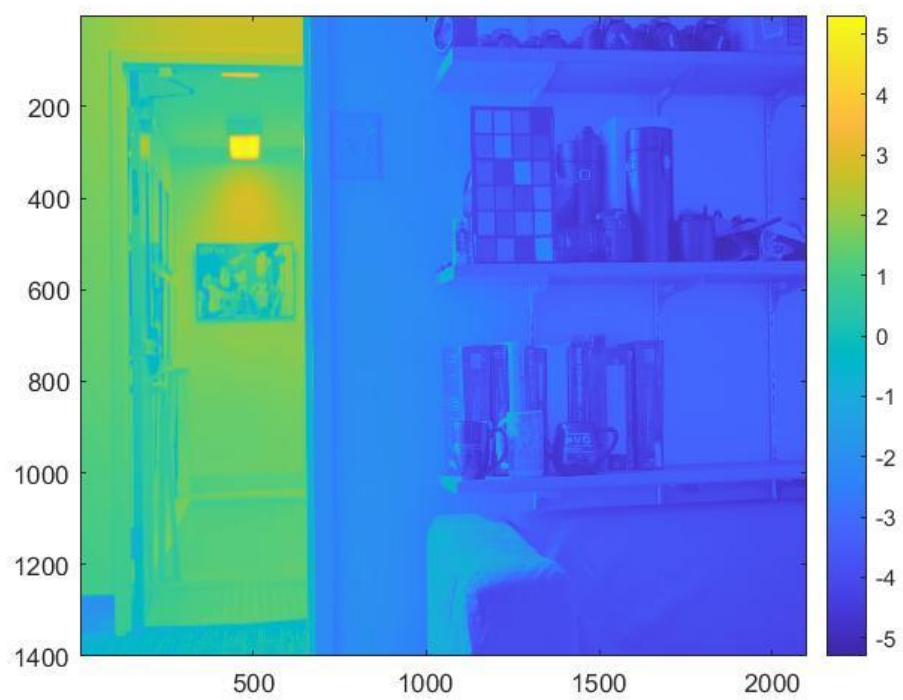
Πράσινο uniform



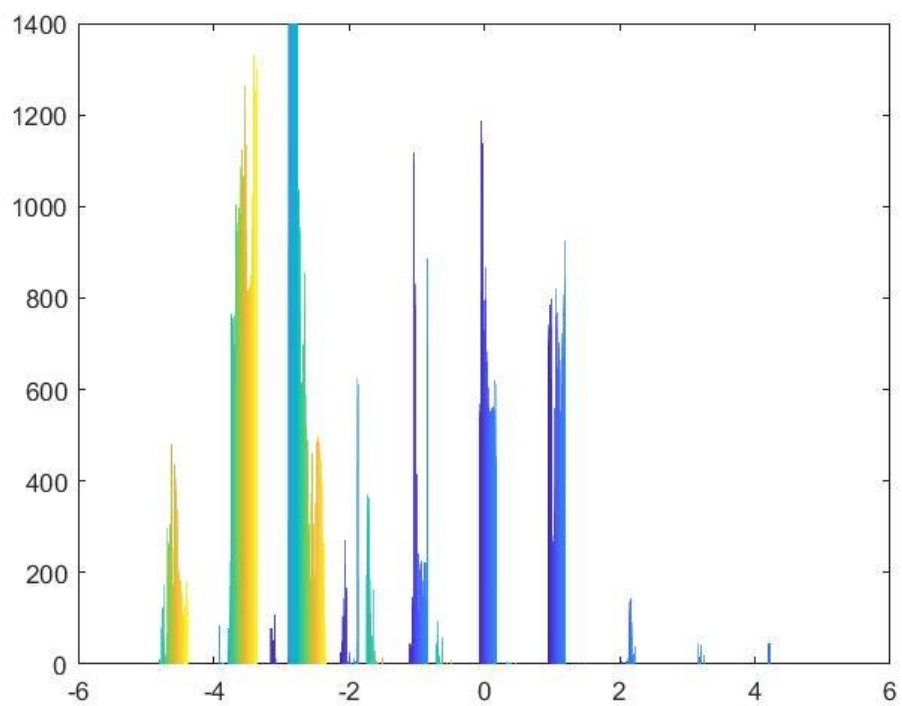
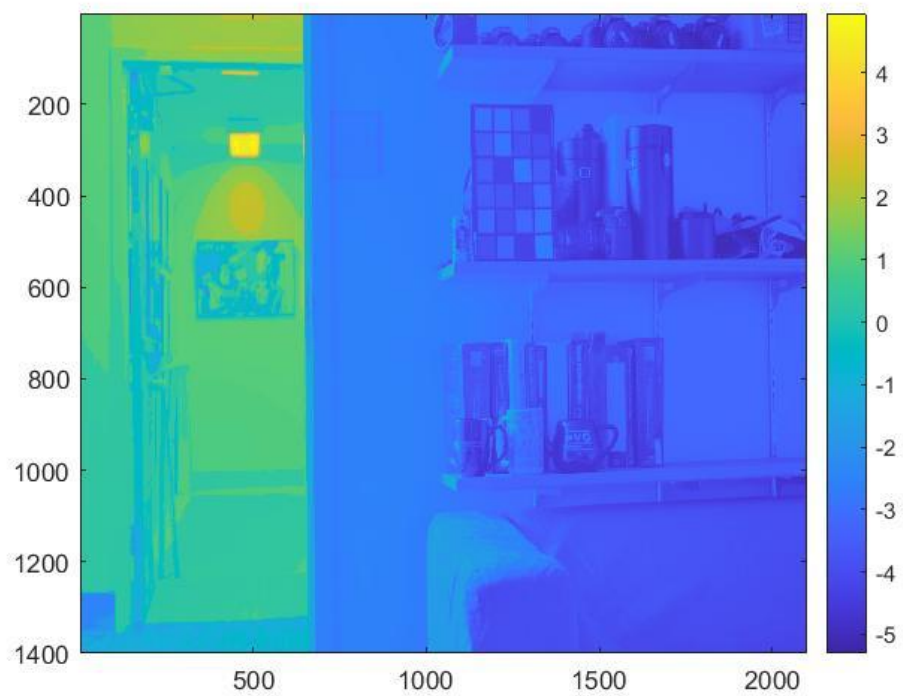
Πράσινο tent



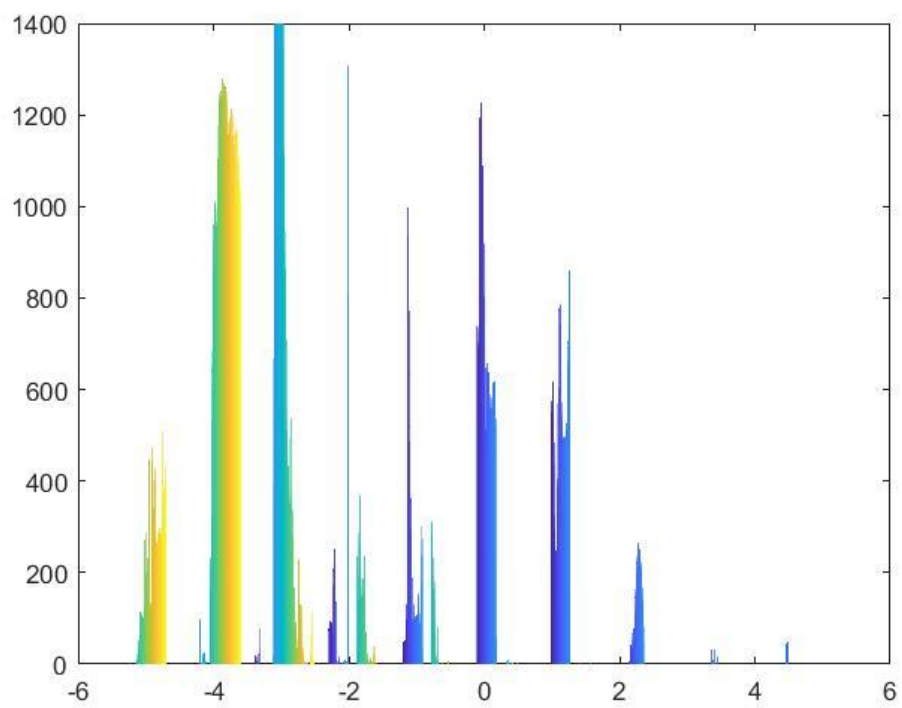
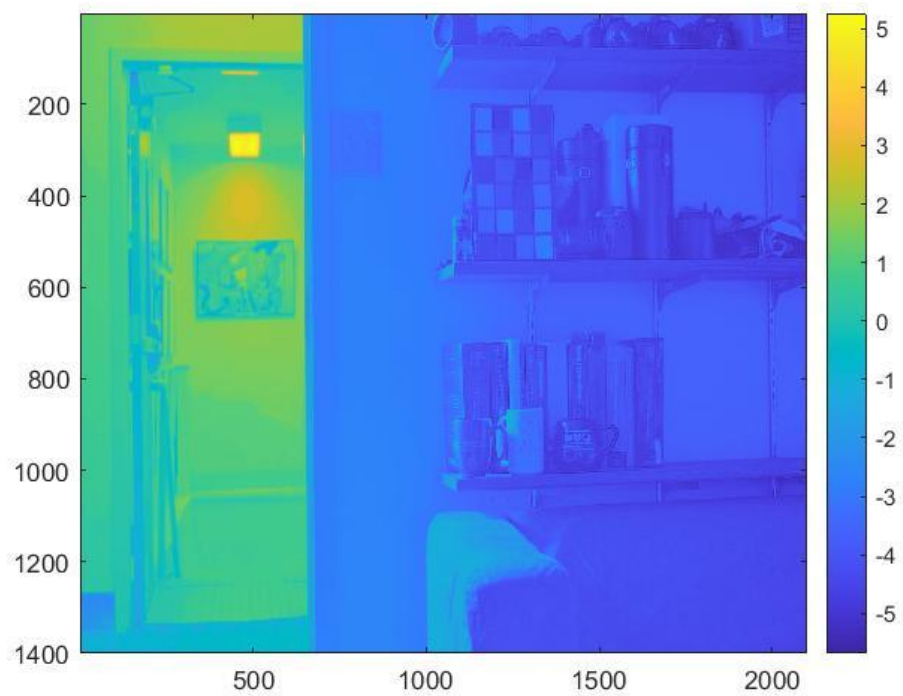
Πράσινο gauss



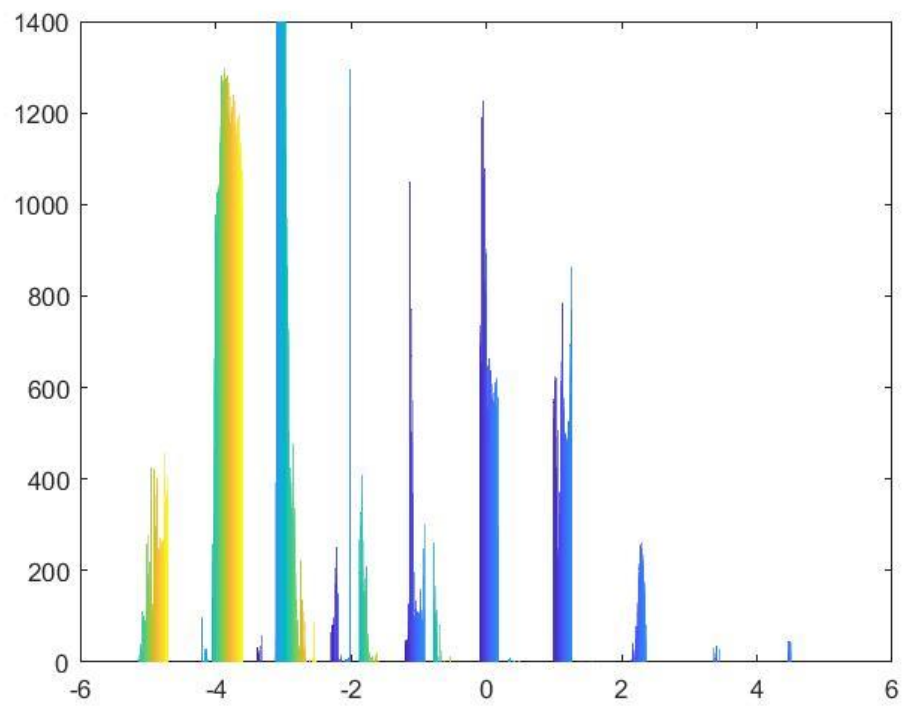
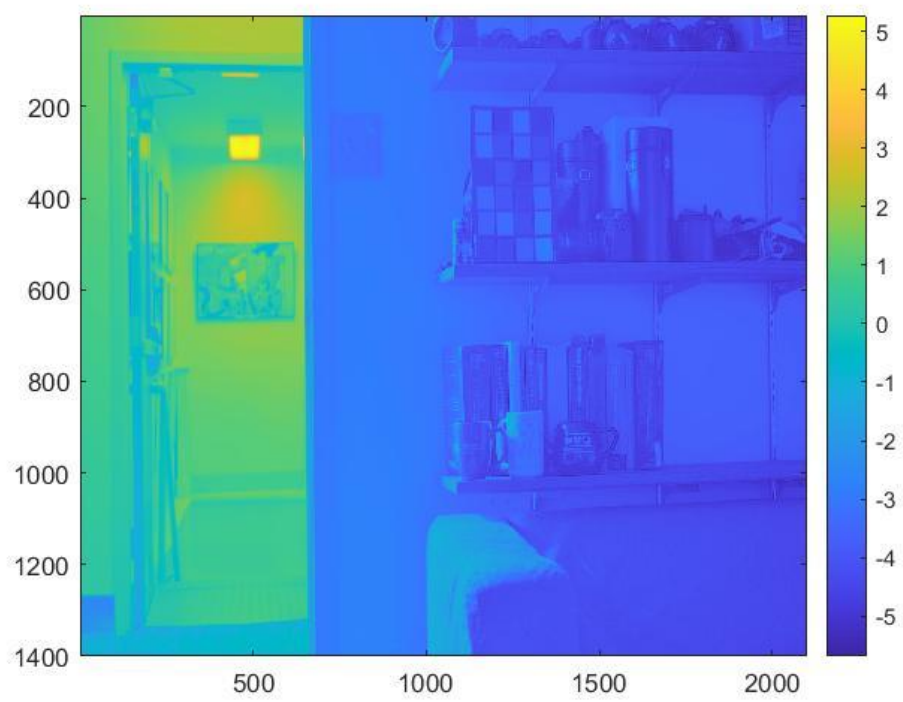
Πράσινο photon



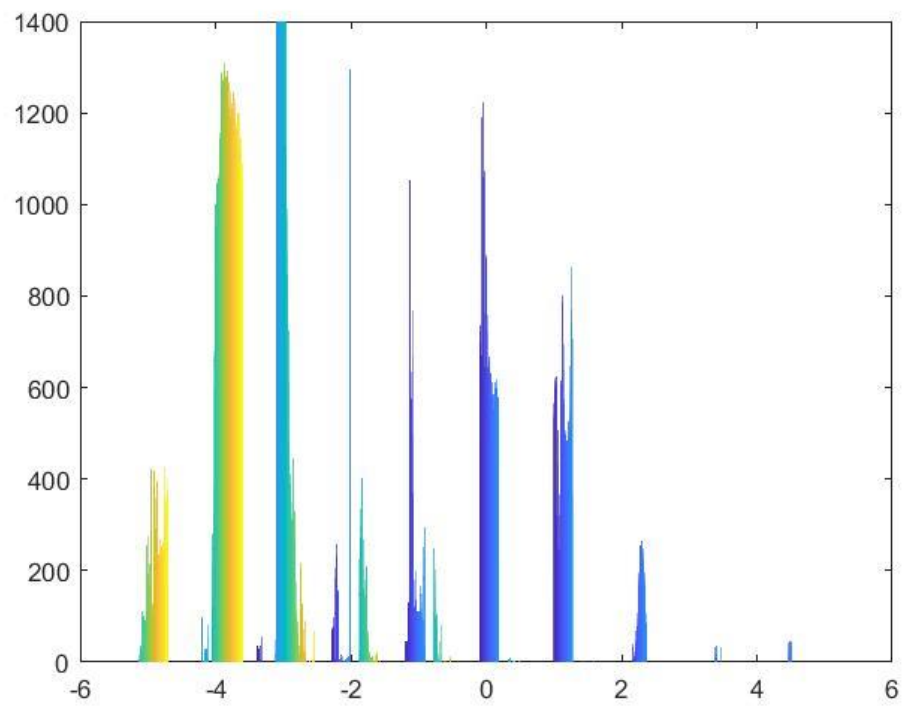
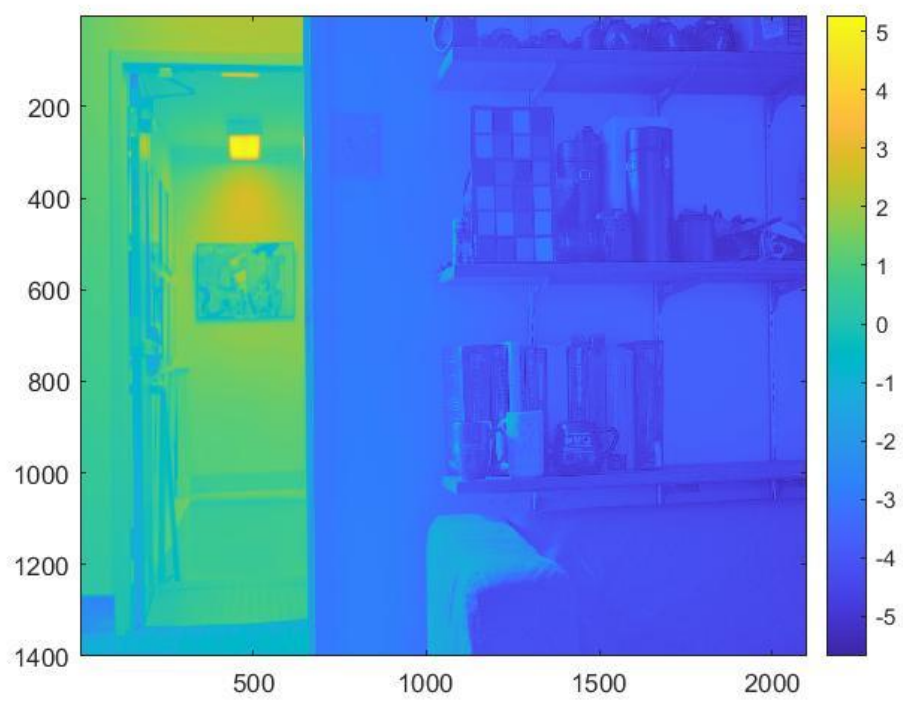
Μπλε uniform



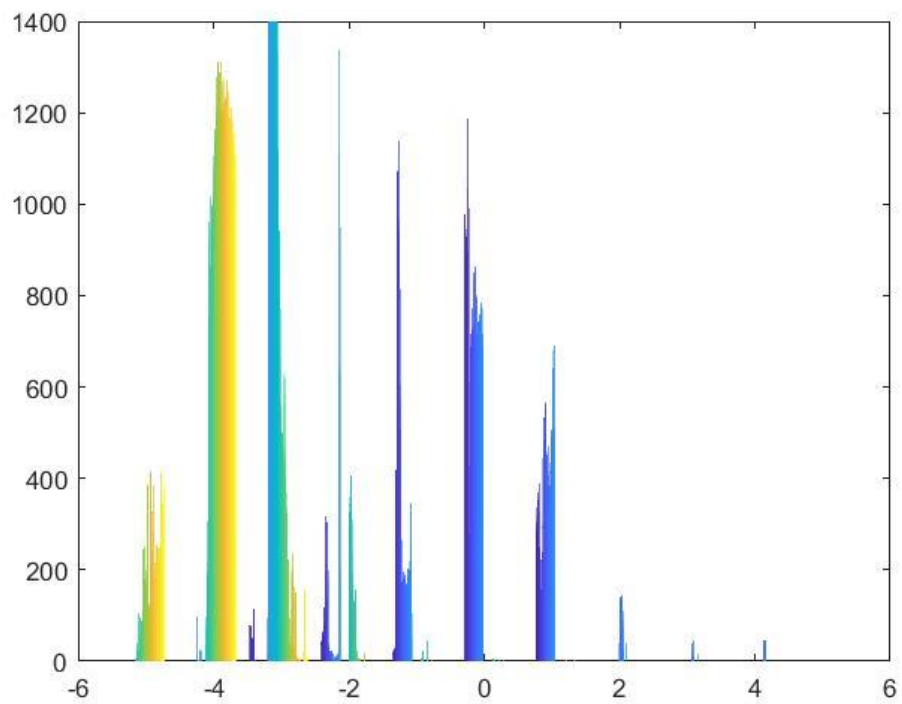
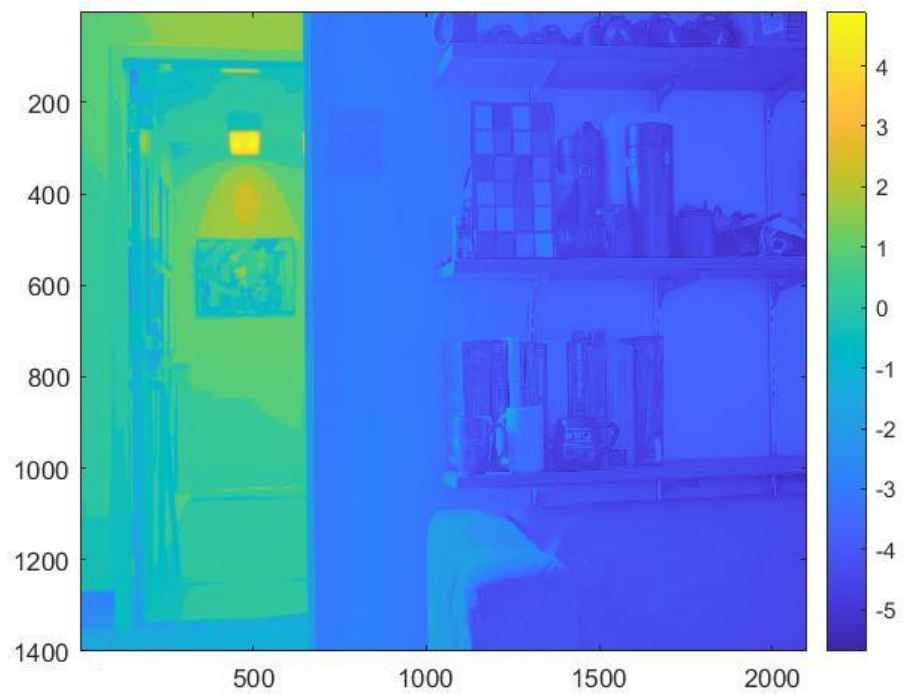
Μπλε tent



Μπλε gauss



Μπλε photon



Απο τα παραπάνω αποτελέσματα φαίνεται ότι όλες συναρτήσεις στάθμησης δίνουν παραπλήσια αποτελέσματα για τα διαφορετικά χρώματα, ενώ σε όλες τις περιπτώσεις φαίνεται ότι η συνάρτηση στάθμησης $\rho h o t o n$ παρέχει το πιο ποικίκα/σωστά αποτελέσματα καθώς λαμβάνει υπόψιν τους χρόνους έκθεσης των εικόνων, ωστόσο οι διαφορές μεταξύ των εκδοχών δεν είναι σημαντικές και φαίνεται ότι παρέχουν αρκετά παραπλήσια αποτελέσματα. Σημειώνεται ότι εδώ απεικονίζεται ο λογάριθμος της ακτινοβολίας, γιαυτό και οι αρνητικές τιμές που προκύπτουν.

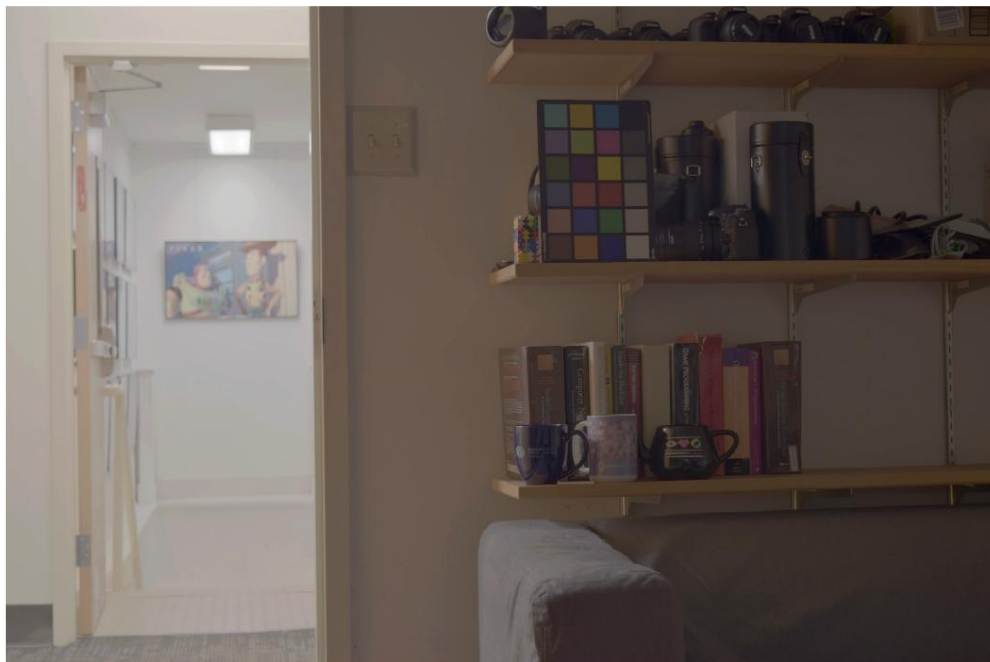
Αναφορικά με τον αριθμό των εικόνων για την παραγωγή της $h d r$ απεικόνισης μπορεί να ειπωθεί απο τα παραπάνω ιστογράμματα των χρωμάτων, ότι τα ιστογράμματα φαίνεται να παρουσιάζονται ταξινομημένα σε κάποια bins, οι μετρήσεις είναι συγκεντρωμένες γύρω απο συγκεκριμένες τιμές. Και για τα τρία χρώματα η σημαντική πληροφορία φαίνεται ότι είναι συγκεντρώμενη γύρω απο 8 bins, οπότε ένας αριθμός απο 8 εικόνα με την καθεμία επιλεγμένη τέτοια ώστε να δώσει ικανοποιητική πληροφορία για το αντίστοιχο bin είναι αρκετός. Ο ελάχιστος αριθμος αντιστοιχα για κάθε $p i x e l$ της εικόνας θα ήταν 9 bit (3 για κάθε χρώμα, εφόσον υπάρχουν τα 8 κύρια bins που αναφέρθηκαν προηγουμένως).

2^ο Ζητούμενο εργασίας

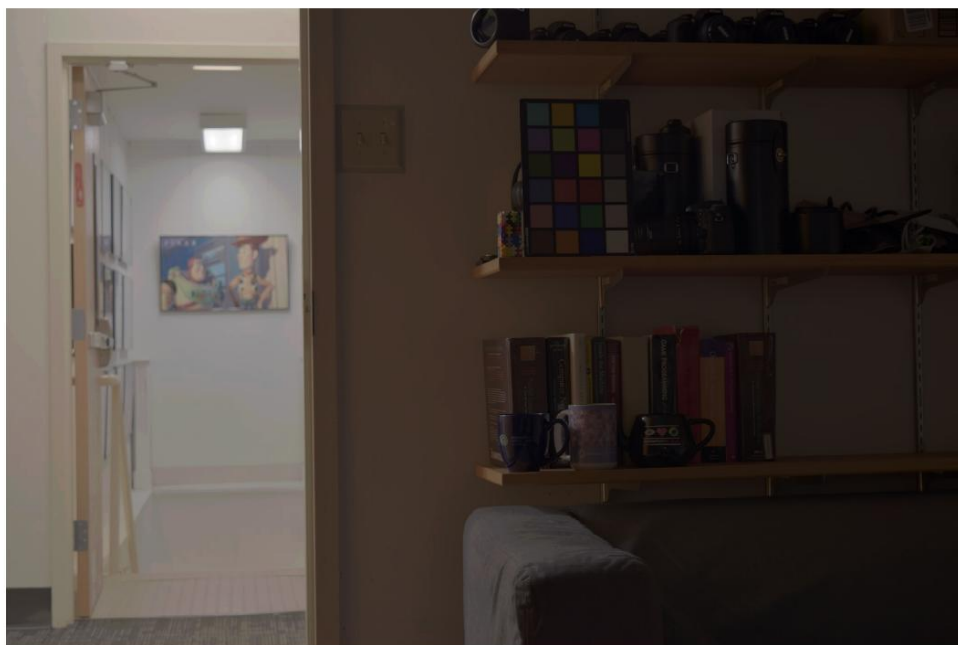
Εδω ζητείται η κατασκευή συνάρτηση που απεικονίζει τον χάρτη ακτινοβολίας μιας εικόνας όπως υπολογίστηκε προηγουμένως. Ο χάρτης ακτινοβολίας επιβάλλεται αρχικά σε μια κανονικοποίηση στο διάστημα $0,1$ και στην συνέχεια υψώνεται σε μια δύναμη Γ που δίνει σαν όρισμα στην αντίστοιχη συνάρτηση και τέλος το αποτέλεσμα απεικονίζεται σε κβαντισμένες τιμές στο $0\ 255$ για την αναπαράσταση σε εικόνα. Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται και για τα 3 κανάλια της εικόνας.

Παρακάτω παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της $h d r$ απεικόνιση για ομοιόμορφη συνάρτηση στάθμησης με κατώφλια 0.05 και 0.95 για διαφορετικές επιλογές του συντελεστή για το γ correction.

Gamma = 0.9 που δίνει και οπτικά αρκετά ικανοποιητικό αποτέλεσμα



Gamma = 1.4 όπως προτείνεται απο την εκφώνηση



3^ο Ζητούμενο εργασίας

Στο τελευταίο αυτό ζητούμενο της εργασίας ζητείται η κατασκευή συνάρτησης που εκτιμάει την καμπύλη απόκρισης της κάμερας λαμβανοντας σαν είσοδο μια στοίβα απο εικόνες. Η εκτίμηση της καμπύλης γίνεται με την χρήση ενός κριτηρίου προς ελαχιστοποίηση όπως ορίζεται στην εκφώνηση. Για την εύρεση του ελαχίστου αυτού μπορούμε να παραγωγίσουμε την σχέση που το περιγράφει και να απαιτήσουμε τον μηδενισμό της παραγώγου. Η σχέση αυτή μπορεί να εκφραστεί σε μορφή γινομένου πινάκων και να ανάγεται σε ένα πρόβλημα της μορφή ελαχίστων τετραγώνων της μορφής $Ax = b$, όπου

- 1) Ο πίνακας A στις πρώτες 256 του γραμμές έχει τους συντελεστές που προκύπτουν για τους όρους της μορφής $k * g(z)$ και στις υπολοιπες γραμμες του για τους όρους που αφορούν την εκτίμηση του radiance της εικόνας για τα σημεία που δόθηκαν σαν είσοδο στην διαδικασία ελαχιστοποίησης
- 2) Το διάνυσμα b έχει στις πρώτες 256 θέσεις, όπως αυτό θα προκύψει, έχει την εκτίμηση των τιμών της ακτινοβολίας οι οποίες αντιστοιχίζονται στις 256 στάθμες ενός χρώματος μιας εικόνας, ενώ στις υπόλοιπες γραμμές την εκτίμηση της ακτινοβολίας στις θέσεις εισόδου απο την εικόνα για την διαδικασία.

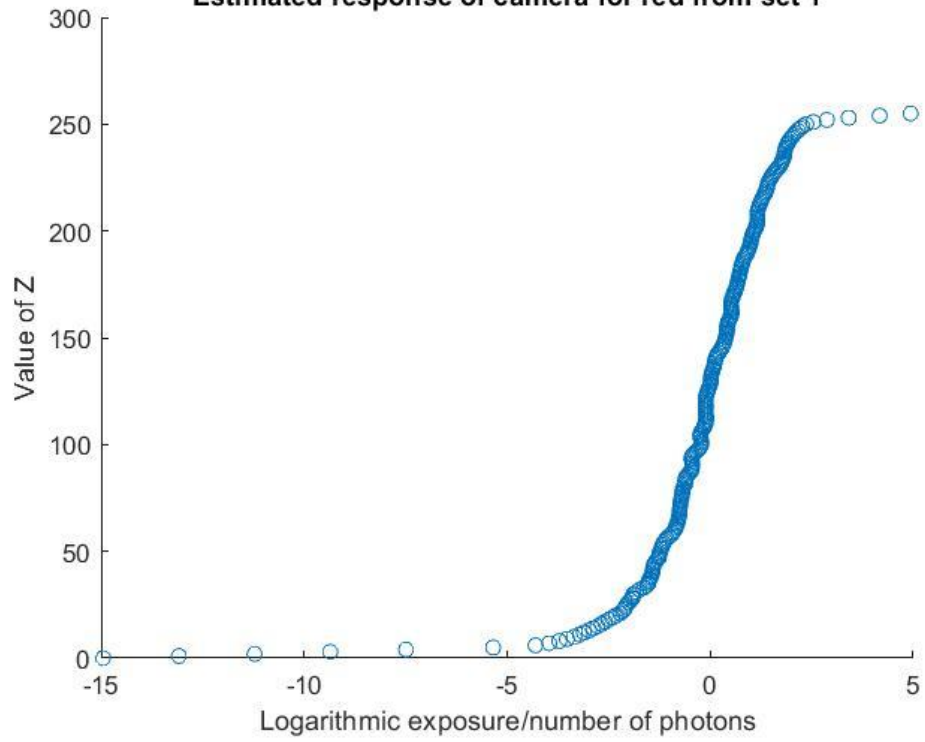
Πρακτικά αν χρησιμοποιούσαμε όλη την εικόνα για την διαδικασία αυτή οι διαστάσεις των πινάκων θα ήταν, αν $M \times N$ οι διαστασεις των εικόνων εισοδου και K το πληθος των εικόνων για τον πινακα A $M \times N \times K + 256$ γραμμες και $M \times N + 256$ στηλες και το διανυσμα b μηκους $M \times N + 256$, επόμενως η εικόνα υφίσταται μια διαδικασία υποδειγματοληψίας, όπως και προτείνεται και στο paper της διαδικασίας. Εκεί προτείνεται βέβαια η δειγματοληψία απο διαφορετικές περιοχές (με βάση ένα κριτήριο για το χρώμα στην περιοχή αυτή), ωστόσο στα πλαίσια αυτής της εργασίας υλοποιείται η διαδικασία με καρτεσιανή δειγματοληψία.

Έτσι δημιουργήθηκε η ανάλογη συναρτηση `estimateResponsecurve` στην οποία υλοποιείται η διαδικασία ελαχιστοποίησης του κριτηρίου, καθώς και μια επιπλέον συνάρτηση `mergeLDRstackfordemo3` η οποία υλοποιεί την διαδικασία της εύρεσης του χάρτη ακτινοβολίας της σκηνής με την διαφοροποίηση ότι εδώ δεν θεωρείται γραμμική καμπύλη απόκρισης της κάμερας, αλλά αξιοποιείται πλέον η καμπύλη όπως αυτή εκτιμήθηκε απο την διαδικασία που περιγράφηκε παραπάνω. Έτσι πλέον με ένα ανάλογο `tone mapping` τα αποτελέσματα μπορούν οπτικοποιηθούν, καθώς και να επιλεγεί ένα καταλλήλο `smoothinglambda` που να δίνει οπτικά ικανοποιητικά αποτελέσματα.

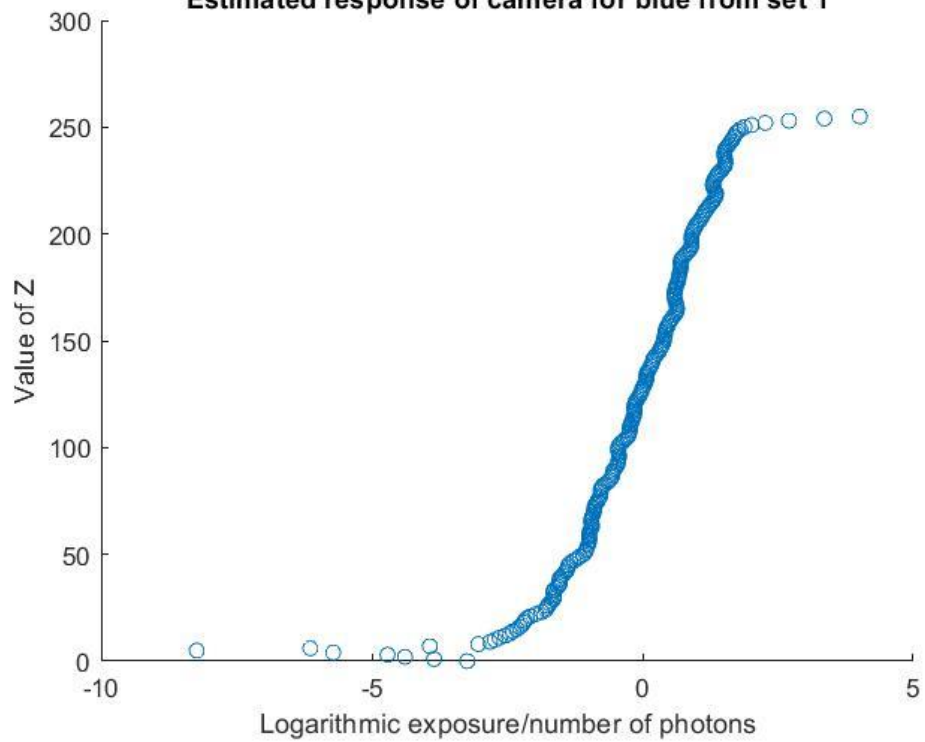
Παρακάτω παρουσιάζονται τα αποτελέσματα για `smoothinglambda=10`

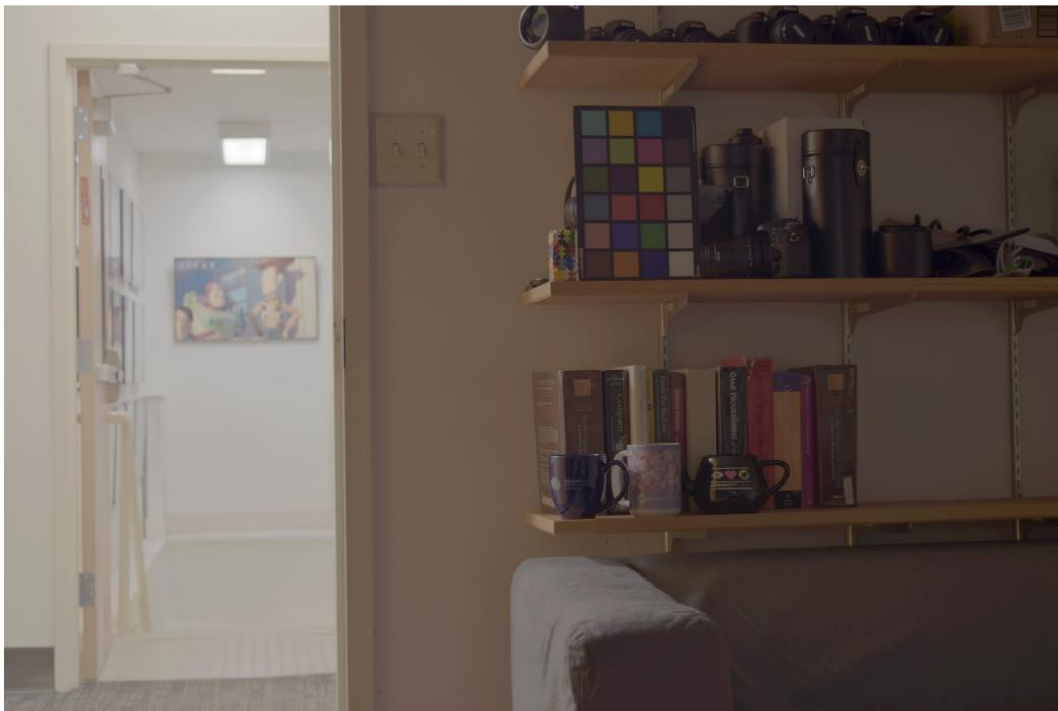
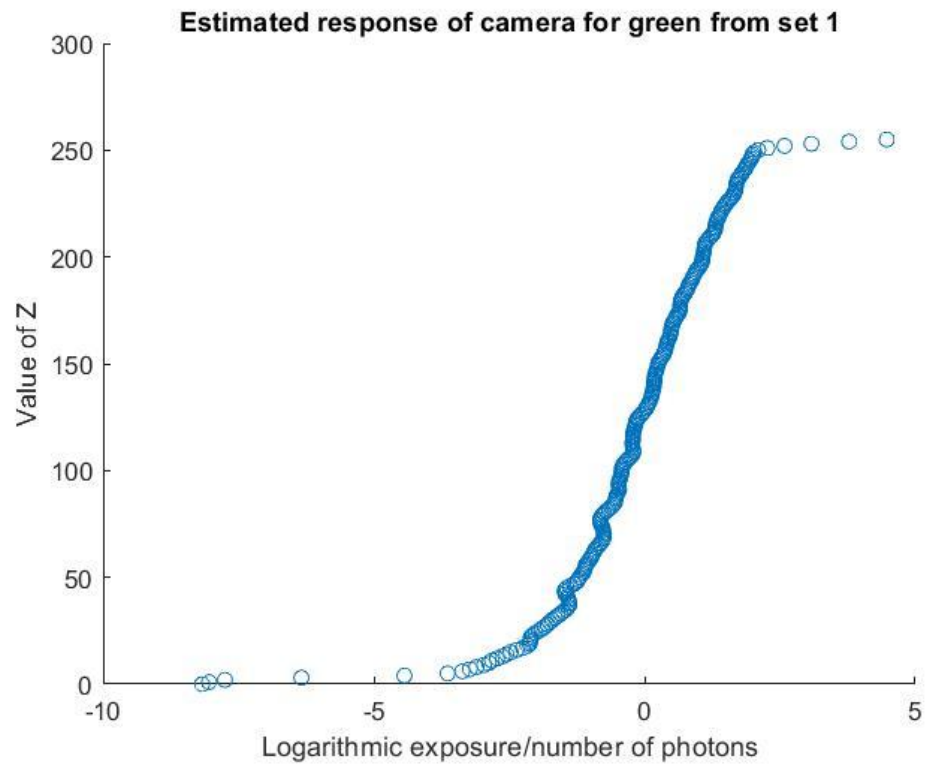
Αρχικά για το σετ 1

Estimated response of camera for red from set 1

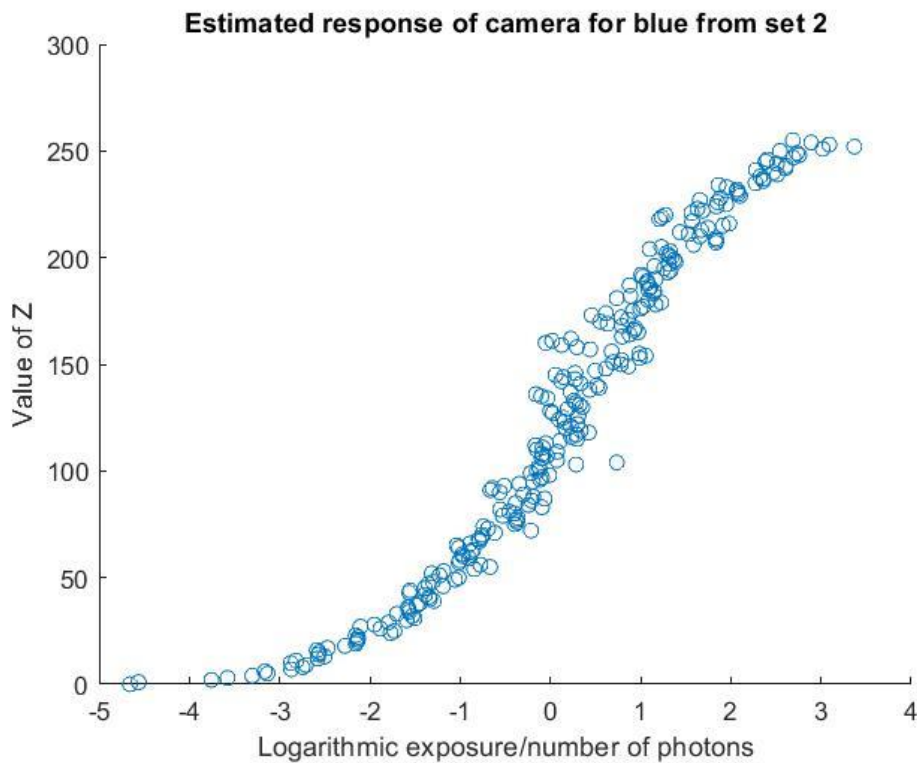
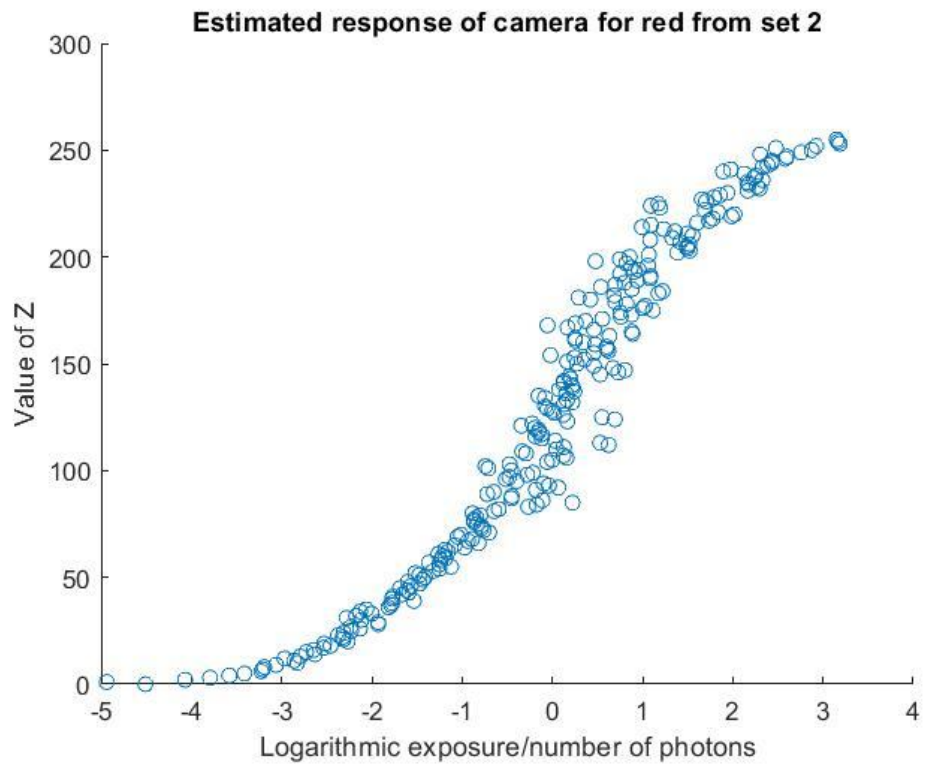


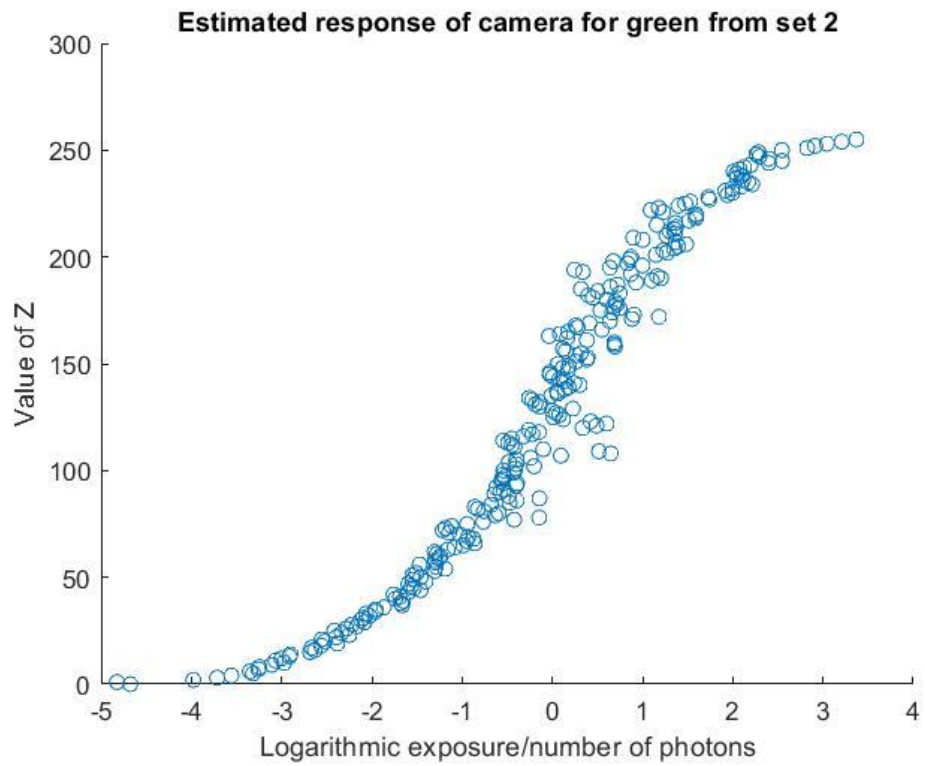
Estimated response of camera for blue from set 1





Για το σετ 2 (αναμένονται λανθασμένα αποτελέσματα λόγω των περιστραμμένων εικόνων)





Το λάθος στα αποτελέσματα φαίνεται στην μεγάλη διασπορά των αποτελεσμάτων για την καμπύλη απόκρισης λαθώς και στην θολότητα για την hdr απεικόνιση.

Τέλος παρατίθενται τα αποτελέσματα για επιλογή smoothing lamda =300 για το πρώτο σετ εικόνων απο τα οποί προκύπτει οτι λαμβάνεται ενά οπτικά κατώτερο αποτέλεσμα,ενω οι καμπύλες απόκρισης είναι σαφώς πιο ομαλές(απο τις οποίες παρατίθεται μονο η καμπύλη για το κόκκινο)

